

스마트카 시대 자동차 新밸류체인

- 커넥티드카, 자율주행차용 센서와 AI컴퓨터 트렌드 -

박형근 수석연구원, 신성장/그룹사업연구센터 (hyungkeun.park@posri.re.kr)

목차

1. 모바일 플랫폼으로 발전하는 자동차
2. 자율주행차용 센서와 AI컴퓨터 트렌드
3. 자율주행기술의 현재
4. 시사점

Executive Summary

- 자동차의 통신 및 컴퓨팅 기능이 강화되면서 자동차는 스마트폰을 잇는 새로운 모바일 플랫폼으로 인식되고 있으며, 커넥티드카 기술로 많은 파생사업이 발생
 - 커넥티드카 기술로 내비게이션과 같은 운전자보조 서비스, 동승객을 위한 인포테인먼트, 정비/진단을 위한 실시간 차량 모니터링 가능
 - 구글과 애플은 각각 안드로이드 오토와 카플레이로 자동차용 OS와 앱 시장을 두고 일찌감치 경쟁 중이며, 완성차 업계는 이들과 협력 통해 플랫폼 선점경쟁
- 차량용 5G 통신 등장에 따라 기존보다 5~20배 빠른 속도로, 차량밀집구간에서도 지연이나 단절없이 안전한 데이터 송수신이 가능할 전망
- 자율주행차용 센서 및 전장품은 안전, 운전보조 목적으로 빠르게 성장, 2022년 관련 센서시장 규모만 258억 달러에 이를 것으로 전망
 - 자율주행차는 ‘인지-판단-제어’의 단계를 거쳐 주행하는데, 이 과정에서 다수의 센서와 이를 통해 확보한 데이터를 근간으로 주행전략을 짤 수 있는 AI 컴퓨터가 필요
 - 카메라 관련 현 핵심 이슈는 초고화질, 광각기술 확보이며, 센서 칩은 ON Semi가 시장의 절반을 차지하고 있고, 모빌아이와 모듈 시장 80% 장악
 - 라이다는 자율주행차 부상과 함께 핵심부품으로 부상하였으나, 가격경쟁력 확보와 소형화라는 과제를 안고 있음. 벨로다인과 퀴너지가 시장 주도
 - 레이다는 가격경쟁력이 높고 빛이나 기후에 영향을 거의 받지 않아 카메라나 라이다를 보완하는 유용한 센서로, 인피니언과 NXP가 핵심 센서시장을 양분
 - 자율주행차가 1 초에 1GB 씩 생산해내는 데이터를 빠르게 처리할 수 있는 AI 컴퓨터도 발전, 현재는 엔비디아와 인텔 모빌아이와 시장 주도적 역할
- 완전자율주행차가 실용화되기까지는 시간이 필요할 것으로 보이나, 그 사이 운전자를 보조하는 ADAS시장이 크게 발전할 것으로 여겨져 시장 기회
 - 레벨 4, 5의 완전자율주행 기술구현을 위해서는 다양한 실생활 조건에서 아직 센서와 컴퓨팅 기술의 검증 필요
 - 자동차용 ADAS 외 자율주행기술이 우선 적용될 것으로 보이는 트럭수송분야나 제한된 구역 내 로봇셔틀 등이 부상할 것으로 보여 기회 탐색 필요

1. 모바일 플랫폼으로 발전하는 자동차

□ 손안의 플랫폼이 자동차로 확장되면서 새로운 시장기회 창출 기대

○ 스마트폰을 잇는 새로운 서비스 플랫폼으로 자동차 주목

- 강화된 연결성을 바탕으로 도로, 기상정보와 같은 운전자 보조서비스가 실시간 제공되며 비디오게임과 같은 엔터테인먼트, 실시간 차량정비서비스도 가능
- 맥킨지는 이와 같은 커넥티드카 관련 서비스 시장이 2030년 1.5조 달러에 이를 것으로 전망¹
- 커넥티드카 서비스 확산에 따라 자동차는 기존의 이동수단 외 회의가 가능한 사무공간, 여가시간을 보내는 휴식공간으로 다양하게 활용 가능

〈 커넥티드카 기술에서 파생되는 서비스 〉



운전자를 위한 커넥티드 카

- 실시간 도로 정보
- 내비게이션
- 주차 보조 기능
- 기상 정보
- 엔터테인먼트
- 친환경 주행
- 클라우드 서비스
- 차량 앱



승객을 위한 커넥티드 카

- 스트리밍 비디오
- 모바일 오피스
- 안내 서비스
- 기상 정보
- 소셜 미디어
- 게임
- 앱 액세스



차량을 위한 커넥티드 카

- 정비/진단
- 차량 추적
- 차량 간(V2V) 통신
- 차량과 인프라 간(V2I) 통신
- 텔레매틱스 및 보험 추적
- eCall 및 응급 서비스

자료: EPNC뉴스 (2013.05.02)

○ 모바일 시장 포화로 인해 IT기업들은 자동차 속 플랫폼 선점 위해 각축

- 모바일 플랫폼에서 큰 성공을 거둔 애플과 구글은 다음 성장시장을 커넥티드카 플랫폼으로 보고 각각 애플 카플레이와 안드로이드 오토를 적극 개발
- 국내에서도 카카오는 택시 및 대리기사 호출, 주차이용 서비스를 통합한 T모빌리티로, 네이버는 자동차용 OS인 AWAY를 기반으로 플랫폼 사업 진입

¹ "Automotive revolution - perspective towards 2030", McKinsey&Company, 2016. 1.

○ 완성차 업계도 자동차 시장 주도권을 놓치지 않기 위해 다양한 협력

- 현대·기아자동차는 2018년부터 구글, 카카오와 협력해 안드로이드 오토와 카카오 지도를 활용한 내비게이션 시스템을 도입해 운영
- 쌍용자동차는 2019년 첫 커넥티드카 출시를 목표로 태스크포스 운영, LG 유플러스와 파트너십 체결 후 인포테인먼트, 카투홈, V2X²기술 활용 서비스 개발

< 커넥티드카 시장 진출을 위한 협력 >

현대기아자동차-바이두	쌍용차-LG 유플러스	BMW-SK텔레콤	메르세데스 벤츠-KT
			
• 현대차-바이두 전략협업 • AI로봇 '샤오두(小度)' - 스크린상 눈 모양 감정소통 - 날씨, 뉴스 등 대화가능	• 2019년 커넥티드 카 출시 • 2016년 TF 꾸러 연구 • 2017년 쌍용차-LGU 협약 - 인포테인먼트, V2X 기술	• BMW 1998년 이미 텔레마틱스 서비스 시작 • 디지털 프로파일 BMW ID에 사용자 이용 패턴 맞춤응용	• 메르세데스 미 커넥트 "Mercedes-me-connect" - e콜(Emergency Call) - 잔여연료량, 파킹어시스트
 샤오두 감정표현 스크린	 'BMW 아이디' 개인 프로필 맞춤시스템	 "Me-Connect" e콜, 차량정보관리	

자료: 문화일보 (2018.7.17), McKinsey&Company (2016.1.)

□ 커넥티드카 시대를 열기 위한 필수요건 5G 초고속통신

○ 빠른 속도와 높은 신뢰도로 자동차 분야 활용도가 높을 것으로 기대

- 4세대 통신으로 볼 수 있는 LTE에 비해 5~20배 빠르고, 최대 시속 500km까지 빠르게 이동하는 차량에서도 긴 지연 없이 송수신
- 1㎞ 내 10만 대의 통신기기가 수용 가능하며 0.1m 이내의 위치 정확도를 보여, 기기들이 밀집되면 통신지연이 일어나던 기존 방식보다 우세

○ 자동차용 5G 통신표준 개발을 위한 협의체를 통해 사업분야를 초월한 협력 진행 중

- 자동차 회사인 BMW, 다임러, 통신사인 에릭슨, 화웨이, 노키아 등이 참여해 2016년 9월 구성된 5GAA³는 커넥티드카 통신솔루션 개발을 위해 출범

² V2X (Vehicle-to-Anything): 차량 간(V2V), 차량-인프라 간(V2I), 기타 사물과 연결가능한 통신표준

³ 5GAA (5G Automotive Association): 차량용 5G 통신표준 개발 위한 협의체

- 현재는 자동차, 통신, IT, 인증, 학계 등 70여 개 기관이 참여해 차세대 통신표준 개발을 위한 협력과 교류를 진행 중

< 자율주행차 V2X 통신을 위한 표준 간 경쟁 >

		
WAVE(DSRC)	LTE V2X	5G eV2X
미국 주도 대중성과 경제성 확보 8년간의 테스트로 검증된 기술 GM, 포드, 토요타, 현대차 참여	유럽과 퀄컴 주도 기존망 활용 Cellular 기반의 V2X WAVE보다 넓은 커버리지 고밀집 지역 지연 등 단점	가장 다양한 참여자 구성 높은 구축비용 반면, 속도·안정성 가장 우수
최대 54Mbps, 낮은 신뢰도 <100ms 지연 고밀집 지역 지연 최대 200km/h 이동가능 50m 범위 포지셔닝	최대 100Mbps, 높은 신뢰도 <100ms 지연 고밀집 지역 지연 최대 160km/h 이동가능 50m 범위 포지셔닝	최대 20 Gbps, 높은 신뢰도 <10ms 지연 km² 당 100,000대 수용가능 최대 500km/h 이동가능 0.1m 이내 포지셔닝 가능

자료: 유안타증권 기업분석팀 (2018.3.13)

2. 자율주행차용 센서와 AI⁴컴퓨터 트렌드

□ 시장 트렌드

- 자동차 전장부품은 1980년대 엔진제어 목적으로 도입된 반도체를 시작으로 현재는 자동차 제조원가의 40% 차지
 - 2000년대 넘어서면서 안전사양을 높이며 운전자를 보조할 수 있는 첨단보조주행장치(ADAS⁵)가 등장해 센서와 마이크로 컨트롤러 시장 본격 성장
 - 최근에는 자율주행기술 완성을 위한 자동차 업계의 경쟁에 거대 IT기업의 경쟁까지 더해져 ADAS와 자율주행차용 부품시장 성장 가속도
- ADAS용 센서시장은 2016년 129억 달러에서 2022년 258억 달러로 5년 새 두 배 가까이 성장할 전망⁶

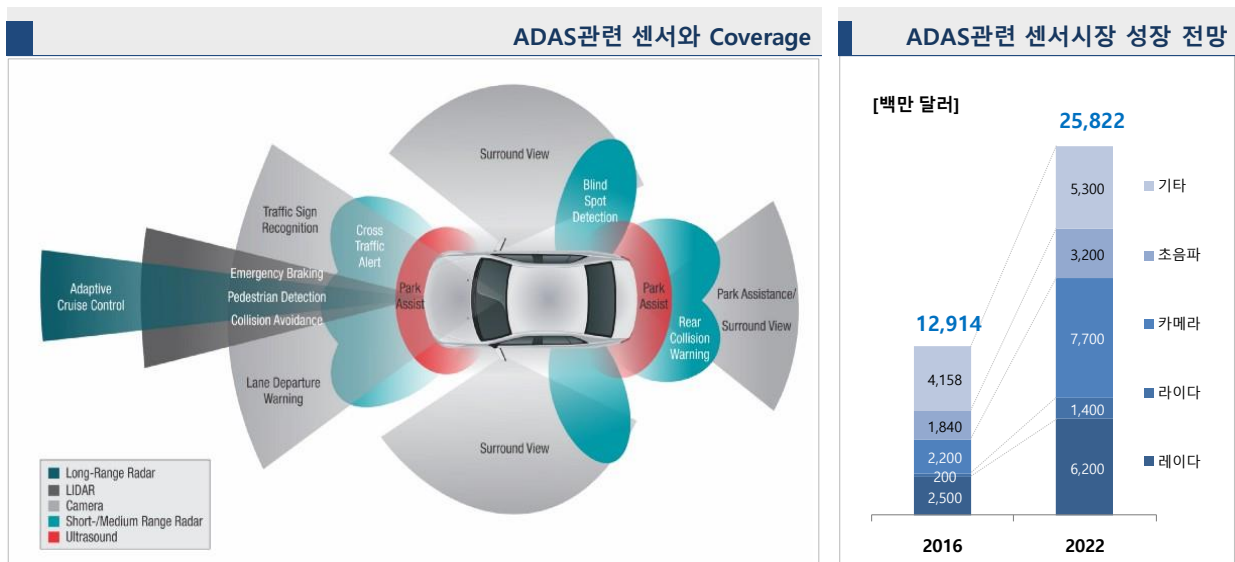
⁴ AI(Artificial Intelligence, 인공지능): 사람이 생각하고 판단하는 방식을 모사한 컴퓨터 프로그램

⁵ ADAS(Advanced Driving Assistance System): 첨단보조주행장치로 급제동, 차선유지 등 시스템 의미

⁶ Guillaume Girardin, "Road to Robots", Yole Developpement, 2018.6.26

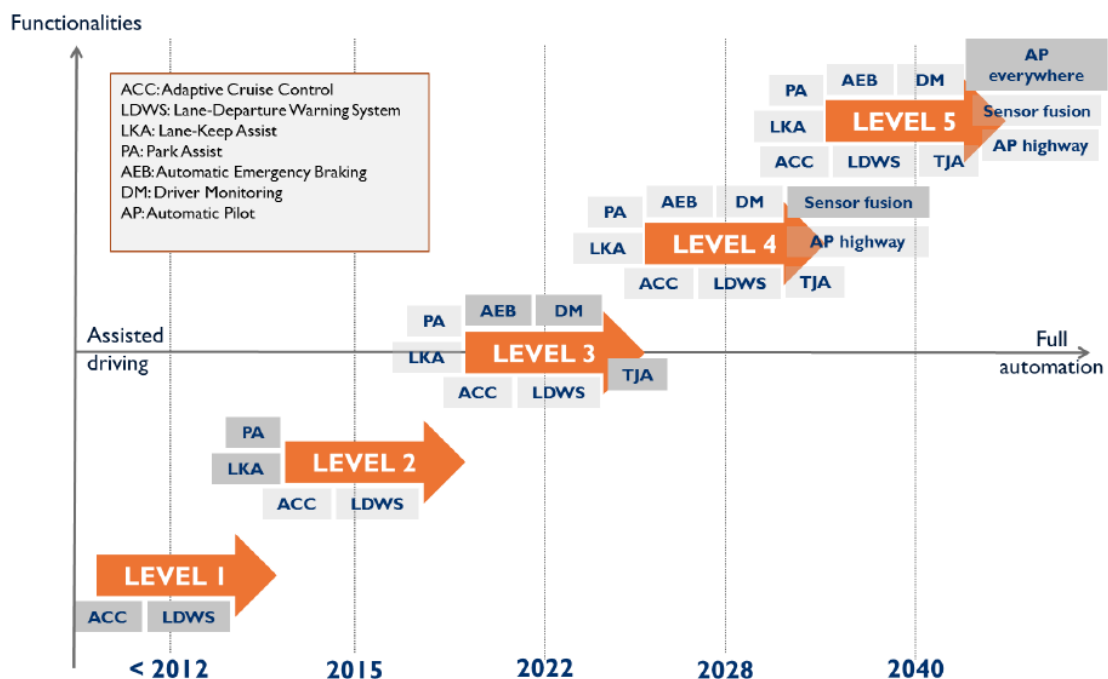
- 안전주행 보조수단으로 개발되기 시작한 차량용 카메라, 초음파 센서와 같은 센서시장이 현재는 자율주행기술 완성을 위해 급속도로 발전 중
- 지금은 이미 익숙해진 전후방 초음파 센서를 비롯해 카메라, 레이더, 라이다, 나이트비전 등 차량 한 대에 많을 경우 20개가 넘는 ADAS용 센서가 부착

< ADAS용 센서 활용과 시장 전망 >



자료: 멘터 그래픽스, Yole Developpement (2018.6.26)

< 자율주행 레벨과 단계별 ADAS 기술 >

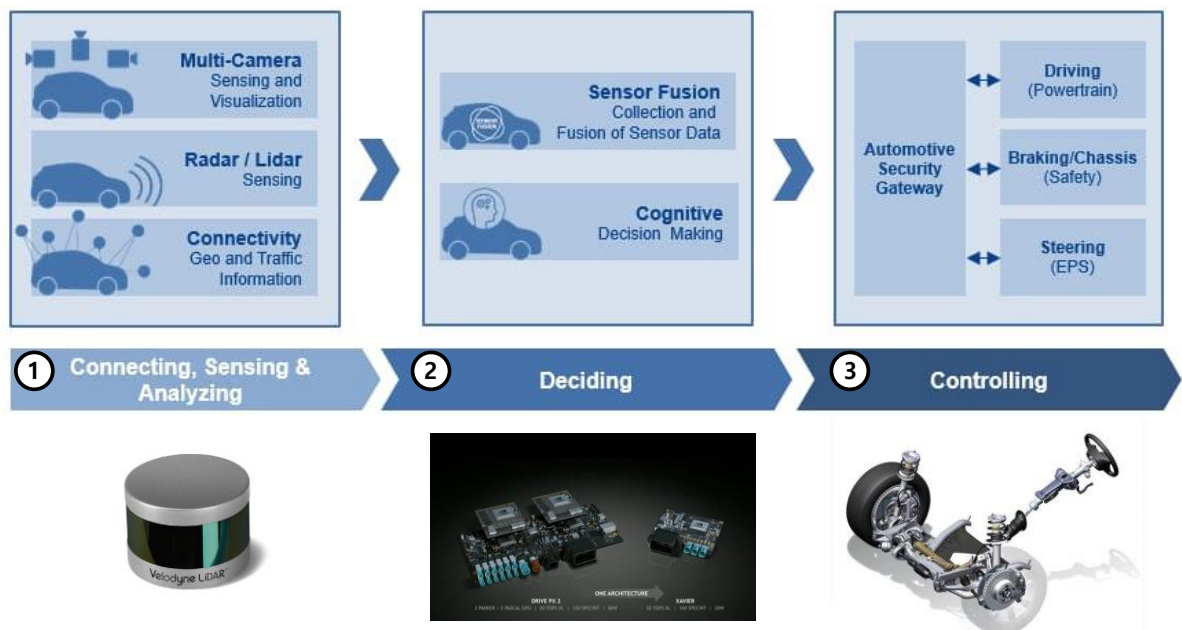


자료: Yole Developpement (2018.6.26)

○ 자율주행자동차는 ‘①Sense&Analyze(인지/분석) → ②Decide(판단) → ③Control(제어)’의 단계를 거쳐 운행

- 360도 주변상황을 빠짐없이 인지하기 위한 센서 개발이 필수적이며, 다양한 포맷의 수집데이터를 잘 조합하는 센서퓨전기술, 이를 분석하고 판단하는 고성능 컴퓨터와 소프트웨어가 필요
- 자동차에 탑재된 장비 외에도 정확한 상황판단을 위해 주변의 자동차·신호체계·기타 날씨 등 온라인 정보와 통신 가능한 V2X기술, 인식률을 높이기 위한 정밀 3D지도와 위치인식기술도 발전

〈 자율주행 의사결정 프로세스 〉



자료: 르네사스 오토노미, 벨로다인, 엔비디아, 오토레이카

□ 이미지센서(카메라) 트렌드

- 카메라는 충돌방지(AEB⁷), 차선유지(LKA⁸), 주차보조 등 레벨2 이상의 다양한 환경에서 활용되는 필수장치, 일부 국가 장착 의무화로 비중 증가
- 주차 시 후방 카메라는 이미 친숙, 차량 주변 360도를 살필 수 있는 서라운드뷰 기능도 고급차량에서 일반차량으로 확대 중

⁷ AEB(Autonomous Emergency Brake, 자동 긴급제동 시스템): 충돌 위험을 스스로 감지해 제동

⁸ LKA(Lane Keeping Assistance, 차선유지 보조시스템): 차선을 따라 자동으로 주행

- 한국은 2014년 9월부터 판매되는 대형트럭과 어린이 통학 차량에 후방카메라 장착 의무화, 미국은 2016년 대형트럭에 이어 2018년부터 전 차종 의무화
- 초고화질 광각 카메라 개발 경쟁 중이며, 자율주행기술 발전에 따라 사물 식별이나 거리탐지가 가능한 소프트웨어적 이미지 처리기술이 강조
- CMOS기반의 이미지 센싱 칩이 기초가 되고 있으며 이 시장은 ON Semiconductor(Aptina 인수)가 46% 장악, 옴니비전, 파나소닉, 소니 등이 시장 세분화
- 모듈의 경우 모빌아이의 뛰어난 이미지 프로세싱 능력으로 시장의 80%를 과점 중이며, 시스템은 보쉬, 컨티넨탈과 같은 친숙한 자동차 부품사가 제조
- 삼성은 반도체 생산 역량을 바탕으로 이미지 프로세싱 칩과 CMOS 센서 개발경쟁에 진입

〈 차량용 카메라 밸류체인 〉



자료: 미래에셋대우 (2017.6.8)

□ 라이다 트렌드 (LiDAR: Light Detection and Ranging)

- 라이다는 높은 정밀도(분해능)로 사물의 거리와 형상 인식이 가능해 자율주행차를 상징하는 센서로 인식되어 있으나 몇 가지 한계점 극복 필요
- 고출력 레이저를 통해 사물의 거리, 속도, 온도, 분포 등 다양한 물리적 특성 측정이 가능해 대기환경 연구에 사용되어 오다가 자율주행차에 적용

- 차량 주변 360도 전 방위를 정밀하게 측정할 수 있는 센서로 매우 유용하나, 높은 가격과 날씨에 따른 취약점(우천, 폭설 시 난반사)이 있어 실용화 한계
- 기존 360도 회전식 스캔장비는 진동 등 외부환경에도 정밀도를 유지하기 위해 제조비용이 높았으나 최근에는 고정형(Solid State) 라이다 개발로 돌파구 마련
- 인지각도는 줄었으나, 구조의 단순화, 부품소형화로 가격경쟁력을 확보했으며, 여타 자동차 부품의 패키지와 비슷해 설계 및 장착이 용이

< LiDAR기술의 발전 >



자료: 컨티넨탈, 벨로다인, 퀴너지, POSRI 재구성

- 라이다는 빛을 발산하는 이미터와 수신하는 리시버, 스캔한 이미지를 처리하는 프로세서로 구성, 벨로다인을 비롯한 여러 업체가 시장 경쟁 중
 - 25개 기업과 자율주행차 프로그램을 진행 중인 벨로다인이 독보적 위치를 차지하고 있으며, 같은 실리콘밸리의 신생기업 퀴너지가 고정형 라이다로 추격
 - 이 외에도 이노비즈 테크놀로지, 에어로스타, 레다테크, 이베오 오토모티브 시스템즈 등도 시장에 뛰어들었으며, 이로 인해 현재 수만 달러를 호가하는 라이다의 가격이 수년 내 대당 250 달러까지 하락할 것으로 전망

< 차량용 라이다 밸류체인 >

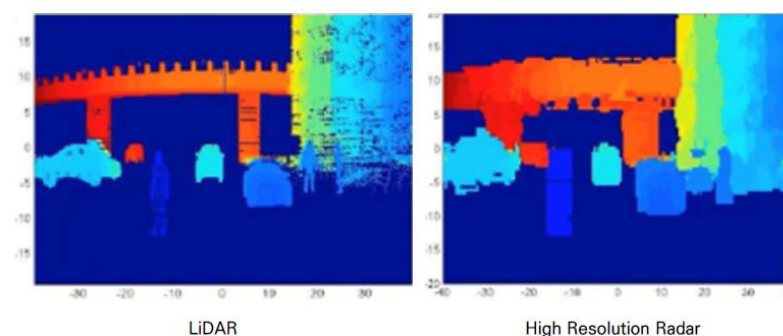


자료: 미래에셋대우 (2017.6.8)

□ 레이다 트렌드

- 카메라 혹은 라이다의 단점을 보완해주는 수단으로, 긴급제동(AEB), 스마트크루즈컨트롤(SCC⁹), 사각지대경보시스템(BSD¹⁰)에 필수
 - 레이다는 물체의 탐지와 거리측정이 가능한 센서로 라이다와는 사실상 경쟁부품 관계, 테슬라와 같은 기업은 고가의 라이다를 배제하고 카메라와 레이다만으로 자율주행기술을 완성하려는 전략
 - 레이다는 정밀도(분해능)는 떨어지는 데 반해, 빛이나 기후영향을 거의 받지 않아 카메라와 라이다의 단점을 보완하며 감도가 우수

< 라이다 vs. 고해상도 레이다 >



자료: NXP

⁹ SCC(Smart Cruise Control): 차량의 속도를 유지하거나 앞선 차량과의 거리를 유지하는 시스템

¹⁰ BSD(Blind Spot Detection): 주로 후측방 사각지대를 감지하여 경보해주는 시스템

○ 레이다는 점차 크기와 무게를 줄인 컴팩트형 부품으로 출시되고 있으며, 측정각이나 측정거리를 확대하는 방향으로 기술 개발 전개

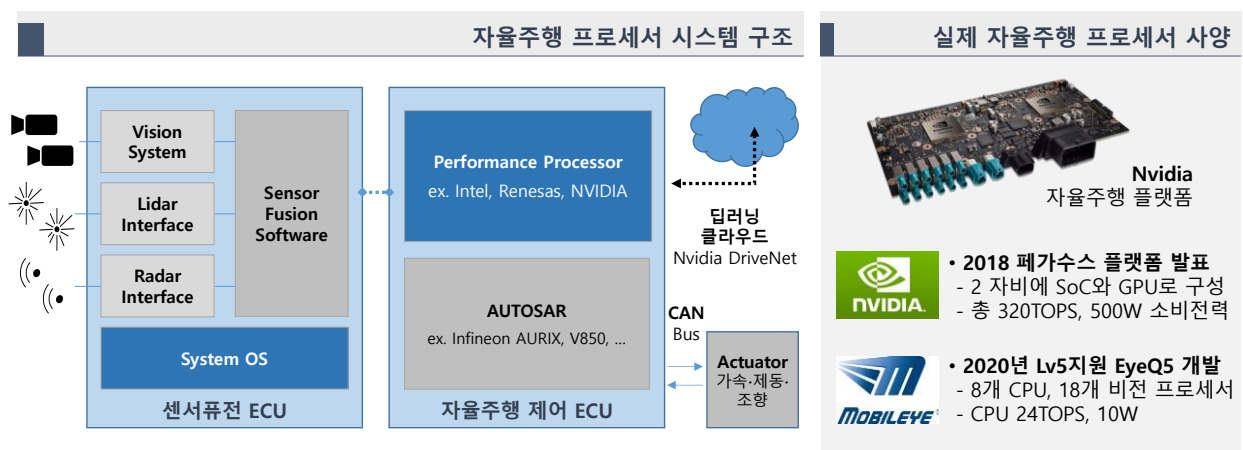
- 2000년 출시한 보쉬의 1세대 레이다는 무게 600g, 측정거리는 150m였으나, 현재 4세대는 무게는 300g에 불과하고 측정거리가 250m에 이룸(LRR¹¹)
- 또한 측정각은 8도에서 현재는 40도로 크게 확대되어 빠른 성능향상을 이루고 있으며, 단거리(SRR¹²)/장거리(LRR) 측정 전환이 가능한 멀티레이다도 개발
- 레이다 칩은 인피니언과 NXP가 각 40%의 시장점유율로 시장을 과점하고 있으며, 모듈은 컨티넨탈, 보쉬, 발레오, 헬라 등 자동차 부품사가 생산

□ AI컴퓨터 트렌드

○ 구글의 자율주행차는 300여 개의 센서를 통해 초당 1GB의 데이터를 생성, 이를 처리하기 위한 AI컴퓨터의 데이터 처리능력은 초당 120조회 연산가능한 120TOPS로 PC의 2,300배

- 자율주행차용 AI컴퓨터는 차량의 카메라, 레이더, 초음파 등의 센서를 통해 얻은 주변상황 정보, 이웃 차량, 신호정보 등 V2X 정보, GPS와 3D 정밀지도를 통한 위치 정보를 분석해 주행전략을 결정하는 핵심 시스템
- 인간과 비교하면 뇌에 해당하는 중요기능을 담당하며, 실제로 뇌를 모사한 딥러닝 알고리즘을 이용해 사물식별, 도로추출, 경로설정 수행

< 자율주행차용 AI컴퓨터 시스템 구조 >



자료: 르네사스 오토노미, 엔비디아, 모빌아이, POSRI 재구성

¹¹ LRR(Long Range Radar): 160m 혹은 그 이상의 거리 내 사물을 감지할 수 있는 레이다

¹² SRR(Short Range Radar): 80m 이내의 차량 전후방 근거리 내 사물을 감지할 수 있는 레이다

- 엔비디아와 인텔 모빌이가 하드웨어 시장을 주도하는 가운데, 칼레이, 르네사스, 암바렐라 등 후발주자 참여로 시장 다변화
 - 테슬라와 우버의 볼보 자율주행차에 장착되어 시장에 알려진 엔비디아의 드라이브 PX 하드웨어는 현재 폭스바겐, 벤츠, 보쉬, 컨티넨탈 등 370여 기관과 자율주행 프로그램 파트너십을 맺으며 독보적 시장 주도
 - 모빌이는 EyeQ시리즈로 엔비디아와의 성능격차를 줄이고 있으며, 저전력 소비와 가격 이점, 자동차용 카메라 시장에서 쌓은 이미지 프로세싱 기술을 통해 파트너들에게 어필 중

3. 자율주행기술의 현재

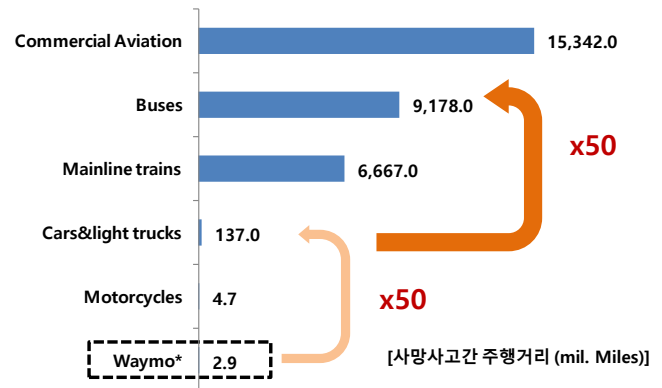
- 운행거리에 비해 인명사고는 많지 않으나, 사람이 운전하는 차량보다 더 높은 안전성이 요구되므로 실제 도로상 검증이 지속적으로 필요
 - 실제 2018년 한 해에도 크고 작은 사고가 이어져 자율주행기술의 완성 가능성에 대해 논란 지속
 - 테슬라는 오토파일럿 중 중앙분리대에 부딪쳐 사망사고가 일어난 바 있고, 우버 자율주행차 또한 자전거를 인지하지 못하고 충돌해 사망사고가 발생
 - 원인은 여전히 불명확하나 테슬라의 경우는 밝은 날 난반사로 인한 센서오류, 우버는 차량을 바꾸며 센서수를 줄여 인식오류가 난 것으로 원인 추정
- 캘리포니아 차량국의 '자율주행차량 모드해제(Disengagement)' 2018년 보고서에 따르면 321대 이상의 차량이 한 해 322만 킬로미터를 주행
 - 이 가운데 웨이모는 126만 마일을 주행하는 동안 110여 회의 자율주행모드 해제로 1000마일당 0.09회를 기록하며 전년 대비 두 배 향상하며 기술 주도
 - 2위는 1000마일당 0.19회를 기록한 GM Cruise이며, 이어서 Zoox, Nuro 등 스타트업 기업들이 위치, 여타 완성차 업체와 애플은 의외로 낮은 순위 기록

< 자율주행차 안전도 수준 평가 >

2018 캘리포니아 DMV 자율주행 해제모드 보고서

Participant	Disengagement per 1000 miles	Miles per Disengagement
Waymo	0.09	11,154
GM Cruise	0.19	5,204
Zoox	0.50	2,000
Nuro	0.97	1,028
Pony.AI	0.98	1,022
Nissan	4.75	211
Baidu	4.86	206

자율주행 기술 안전도 수준 비교



자료: DMV California (2019.1.1), Michael Liebreich (2017.4.25), POSRI 재구성

* Waymo는 자동차 사망사고비율에 맞추어 가정

○ 현재 실 도로상에서 볼 수 있는 차량은 레벨2 수준의 ADAS를 장착하였으며, 완전자율주행 시대까지는 아직 많은 시일 소요 예상

- 2019년 아우디는 시속 60km 범위 내에서 레벨3의 자율주행이 가능한 5세대 A8 출시 예정, 이후 2020년부터 레벨3 지원 자동차 다수 등장할 전망
- 가장 진보된 자율주행시스템으로 평가되는 웨이모도 11,154 마일마다 사람이 개입하는 수준으로, 10번 개입에 한 번 사고가 난다고 가정하더라도 미국 평균 사고 간 거리인 525,000마일에 크게 못 미침

4. 시사점

○ 자율주행기술이 일반 도로상에서 보편적으로 구현되기까지는 최소 십수 년이 걸릴 것으로 보이며, 그 전까지는 자동차 주행보조 역할 중심으로 성장

- 레벨 4, 5의 완전자율주행기술 완성이 더디게 진행되더라도 여전히 레벨 2, 3의 ADAS 구성을 위해 다수의 센서와 마이크로컨트롤러가 필수적이므로 관련 시장은 매력적
- 앞서 언급한 사고사례를 통해 알 수 있듯이, 기후나 조명 등 환경적 요인에 의해 센서의 음영지역이 생기는 한계를 극복할 필요가 있으며, 각 기술의

장단점을 소프트웨어적으로 잘 결합하는 센서 퓨전과 AI 기술이 중요

- 완전자율주행 서비스가 우선적으로 가능한 분야는 전용도로 활용이 가능한 장거리 수송트럭 또는 캠퍼스나 단거리 제한 구역 내 운영되는 로봇셔틀이 될 것으로 예상
 - 트럭수송 분야는 고속도로상 자율주행 차선 지정을 통해 다른 분야보다 우선적으로 실용화 가능할 것으로 예상
 - 기업, 대학의 캠퍼스나 도심 단거리 구간 내 운영되는 로봇셔틀은 제한된 구역 내 보다 안전한 조건 제공이 가능해 우선적으로 상용화 가능
 - 또한 자율주행용 센서와 컴퓨터 기술은 드론, 무인선박, 도심항공(VTOL: Vertical Takeoff and Landing), 마이크로 모빌리티에 동일하게 사용 가능해 다양한 어플리케이션 시장이 존재할 것으로 전망됨

이 자료에 나타난 내용은 포스코경영연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.

[참고자료]

[보고서/논문]

기석철, “자율주행차 센서 기술동향”, TTA JOURNAL, 2017. 9/10호, 한국정보통신기술협회

이창영 외, “자율주행 경제의 모든 것”, 유안타증권 기업분석팀, 2018.3.13

박인우, “ADAS의 시대, 투자는 센서 시장에”, 미래에셋대우, 2017.6.8

McKinsey&Company, “Automotive revolution - perspective towards 2030”, 2016.1.

Guillaume Girardin, “Road to Robots”, Yole Developpement, 2018.6.26

Bettina Weiss, “Smart automotive - Latest trends in LiDAR and sensors”, SEMI, 2017

DMV California, “Autonomous Vehicle Disengagement Reports 2018”, 2019.1.1

Michael Liebreich, “Bloomberg New Energy Finance Summit, New York”, 2017.4.25

[홈페이지]

Yole Developpement(www.yole.fr)

Nvidia(www.nvidia.com)

NXP(www.nxp.com)

Infineon(www.infineon.com)

Waymo(waymo.com)

[언론]

EPNC뉴스, “커넥티드 카(Connected Car), 지금 우리 곁으로 다가오고 있다”, 정현준, 2013.05.02

ZDNET코리아, “차량용 이미지센서 2023년까지 두 배로 성장”, 박영민, 2019.2.14

더기어, “자율주행 능력자 웨이모…‘압도적 1위’, 애플은”, 황승환, 2019.2.14

매일경제, “삼성전자, 초소형·고화질 이미지센서 출시”, 전경운, 2019.1.22

문화일보, “커넥티드카, 이미 연결되었습니다.”, 2018.7.17